

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

## IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)



(19) Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) EP 0 992 388 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
12.04.2000 Patentblatt 2000/15

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: B60K 31/04, B60K 41/20

(21) Anmeldenummer: 99117741.1

(22) Anmeldetag: 09.09.1999

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI  
(30) Priorität: 10.10.1998 DE 19846820

(71) Anmelder: DaimlerChrysler AG  
70567 Stuttgart (DE)  
(72) Erfinder:  
• Fritz, Hans, Dr.  
73061 Ebersbach/Fils (DE)  
• Gehring, Ottmar  
70374 Stuttgart (DE)

### (54) Verfahren und Einrichtung zur Regelung der Längsdynamik eines Kraftfahrzeuges

(57) Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Einrichtung zur Regelung der Längsdynamik eines Kraftfahrzeuges, bei welchen ein Antriebsstrang-Stellsignal aus Ist-Fahrzustandsdaten sowie aus reglerinternen, anhand von zugeführten Eingangsdaten über die Soll-Längsbeschleunigung und den Ist-Fahrzustand ermittelten Soll-Längsgeschwindigkeitswerten und Soll-Längsbeschleunigungswerten ermittelt wird.

Erfindungsgemäß wird in Abhängigkeit von den reglerinternen Soll-Längsgeschwindigkeitswerten und

Soll-Längsbeschleunigungswerten sowie von Ist-Fahrzustandsdaten anhand eines inversen Fahrzeuglängsdynamik-Kennfeldes ein Soll-Antriebsstrangstellsignal und daraus das Antriebsstrang-Stellsignal bestimmt. Dies realisiert eine Längsdynamikregelung mit expliziter Berücksichtigung des nichtlinearen, dynamischen Fahrzeugverhaltens durch ein geeignetes inverses Fahrzeuglängsdynamik-Kennfeld.

Verwendung z.B. für Straßenfahrzeuge.

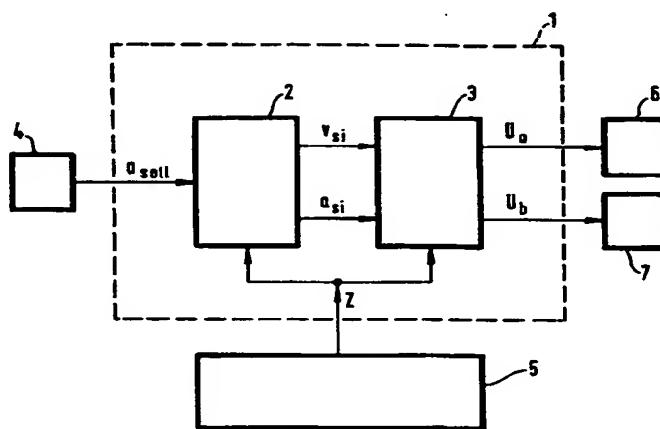


Fig. 1

EP 0 992 388 A1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Einrichtung zur Regelung der Längsdynamik eines Kraftfahrzeuges nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. 5.

[0002] Ein Verfahren und eine Einrichtung dieser Art sind aus der Offenlegungsschrift DE 196 32 337 A1 bekannt. Beim dortigen System wird die Längsdynamik anhand eines Antriebsstrang-Stellsignals und optional zusätzlich eines Bremsanlagen-Stellsignals geregelt, wobei die beiden Stellsignale von einem zweistufigen Längsdynamikregler erzeugt werden, der eine erste Stufe zur Ermittlung reglerinterner Werte für die Soll-Längsgeschwindigkeit und die Soll-Längsbeschleunigung und eine dieser nachgeschaltete, zweite Stufe umfaßt, die aus den zugeführten reglerinternen Soll-Längsgeschwindigkeitswerten und Soll-Längsbeschleunigungswerten sowie zugeführten Eingangsdaten über den Ist-Fahrzustand das Antriebsstrang-Stellsignal und optional das Bremsanlagen-Stellsignal anhand eines inversen Fahrzeuglängsdynamikmodells errechnet. Das hierfür zugrundegelegte Fahrzeuglängsdynamikmodell beinhaltet eine Motormodellierung, die aus einem zugeführten Antriebsstrang-Stellsignal das vom Motor abgegebene Motormoment und die Motordrehzahl als Eingangsgrößen für eine nachgeschaltete Automatikgetriebe- und Hinterachsen-Modelleinheit bestimmt. Letztere ermittelt daraus ein an den Antriebsräder anliegendes Radantriebsmoment und die zugehörige Raddrehzahl. Parallel dazu bestimmt eine Bremsanlagen-Modelleinheit aus dem zugeführten Bremsanlagen-Stellsignal ein zugehöriges Bremsmoment. Die Automatikgetriebe- und Hinterachsen-Modelleinheit beinhaltet eine Modellierung eines Drehmomentwandlers und eines Stufengetriebes, wobei der Drehmomentwandler als hydrodynamische Kupplung angenommen ist, bei der die Momente durch eine Flüssigkeit zwischen Pumpen- und Turbinenrad übertragen werden.

[0003] Gegenüber anderen herkömmlichen Systemen, wie z.B. eines in der Offenlegungsschrift DE 43 38 399 A1 beschriebenen Systems, hat dieses System den Vorteil, daß es das nichtlineare Verhalten des Fahrzeugs besser berücksichtigt. Dieses ist insbesondere bei kleinen Fahrgeschwindigkeiten und bei größeren Fahrbahnängen oder bei unterschiedlichen Fahrzeugbeladungen, speziell auch bei Lastkraftwagen, von nicht zu vernachlässigender Bedeutung, gerade auch in Abstandssregelsystemen, wie Abstandstempomat für mittlere und hohe Fahrgeschwindigkeiten sowie Stop&Go-Fahrzeugfolgesysteme für kleine Fahrgeschwindigkeiten, bei denen einem Abstandsregler ein Längsdynamikregelkreis unterlagert ist. Der überlagerte Abstandsregler bestimmt aus dem gemessenen Abstand und der Relativgeschwindigkeit eine Sollbeschleunigung für den unterlagerten Längsbeschleunigungsregelkreis. Die Abstandsregelung wird

genauer, wenn der unterlagerte Regelkreis das nichtlineare Fahrzeugverhalten kompensiert, da dann für den Entwurf des Abstandsreglers von einem linearen Fahrzeugverhalten ausgegangen werden kann. Das System gemäß der DE 196 32 337 A1 trägt zwar diesen Anforderungen Rechnung, es setzt jedoch voraus, daß ein genügend genaues inverses Fahrzeuglängsdynamikmodell vorhanden ist oder erstellt werden kann. Dies ist jedoch nicht in allen Fällen gewährleistet. Zudem erfordert diese bekannte Vorgehensweise verhältnismäßig viel Rechenleistung im laufenden Betrieb für die Berechnungen innerhalb des inversen Fahrzeuglängsdynamikmodells.

[0004] Der Erfindung liegt als technisches Problem die Bereitstellung eines Verfahrens und einer Einrichtung der eingangs genannten Art zugrunde, mit denen sich das nichtlineare Fahrzeuglängsdynamikverhalten für die Längsdynamikregelung mit zufriedenstellender Genauigkeit berücksichtigen läßt und die hierzu vergleichsweise wenig Rechenaufwand erfordern.

[0005] Die Erfindung löst dieses Problem durch die Bereitstellung eines Verfahrens mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie einer Einrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 5. Bei diesem Verfahren und dieser Einrichtung wird das Antriebsstrang-Stellsignal und optional das Bremsanlagen-Stellsignal aus Ist-Fahrzustandsdaten sowie aus den reglerinternen Soll-Längsbeschleunigungswerten und Soll-Längsgeschwindigkeitswerten anhand eines inversen Fahrzeuglängsdynamik-Kennfeldes bestimmt. Ein solches Kennfeld kann beispielsweise vorab anhand entsprechender Probefahrten aus währenddessen aufgenommenen Meßdaten erstellt werden. Im laufenden Fahrbetrieb erfordert die Heranziehung eines solchen inversen Fahrzeuglängsdynamik-Kennfeldes deutlich weniger Rechenaufwand als die Benutzung eines inversen Fahrzeuglängsdynamikmodells. Zudem erfordert diese Vorgehensweise keine Kenntnis über das Verhalten oder den aktuellen Zustand eines Getriebe-Drehmomentwandlers und des Motors. Vielmehr wird aus den zugeführten Eingangsdaten, wie solche über den Ist-Fahrzustand und über die reglerinternen Soll-Längsgeschwindigkeitswerte und Soll-Längsbeschleunigungswerte, ein Soll-Antriebsstrangstellsignal bestimmt, aus dem dann das Antriebsstrang-Stellsignal abgeleitet wird.

[0006] Bei einem nach Anspruch 2 weitergebildeten Verfahren beinhalten die berücksichtigten Ist-Fahrzustandsdaten Daten über die Getriebeübersetzung, die Fahrzeugmasse und/oder die Fahrbahnsteigung. Damit können entsprechende Einflüsse einer momentan eingelegten Getriebeschaltstufe, der momentanen Fahrzeugbeladung bzw. der momentanen Fahrbahnneigung adäquat für die Bestimmung des Antriebsstrang-Stellsignals berücksichtigt werden.

[0007] Bei einem nach Anspruch 3 weitergebildeten Verfahren ist eine Begrenzung des reglerinternen Soll-Längsgeschwindigkeitswertes, der aus der Soll-Längsbeschleunigung und der Ist-Längsgeschwindigkeit

bestimmt wird, auf ein vorgebares Toleranzband um die Ist-Längsgeschwindigkeit vorgesehen. Dies vermeidet unerwünscht hohe, ruckartige Beschleunigungen bei größeren Geschwindigkeitsabweichungen.

[0008] Bei dem nach Anspruch 4 weitergebildeten Verfahren und der nach Anspruch 6 weitergebildeten Einrichtung wird zusätzlich zum Antriebsstrang-Stellsignal auch ein Bremsanlagen-Stellsignal bestimmt, wobei beide Stellsignale aus dem Soll-Antriebsstrangstellsignal des inversen Fahrzeulgängsdynamik-Kennfeldes in vorteilhafter Weise so abgeleitet werden, daß in jeder Situation der Antriebsstrang oder die Bremsanlage geeignet aktiviert werden.

[0009] Eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und wird nachfolgend beschrieben. Hierbei zeigen:

Fig. 1 ein schematisches Blockdiagramm einer Einrichtung zur Regelung der Längsdynamik eines Kraftfahrzeugs mit zweistufigem, ein inverses Fahrzeulgängsdynamik-Kennfeld beinhaltendem Regler,

Fig. 2 ein schematisches Blockdiagramm des dem Regler von Fig. 1 zugrundeliegenden Fahrzeulgängsdynamik-Kennfeldes,

Fig. 3 ein schematisches Blockdiagramm der zweiten der zwei hintereinandergeschalteten Stufen des Reglers von Fig. 1 und

Fig. 4 ein Flußdiagramm zur Veranschaulichung einer in der zweiten Stufe des Längsdynamikreglers von Fig. 1 realisierten Zug-Schub-Umschaltung.

[0010] Die in Fig. 1 dargestellte Einrichtung zur Regelung der Längsdynamik eines Kraftfahrzeugs, speziell zur Fahrbeschleunigungsregelung, enthält eine gestrichelt umrahmt angedeutete Regeleinrichtung 1, die zweistufig aufgebaut ist. In einer ersten, überlagerten Stufe 2 ist ein geeigneter Regelalgorithmus implementiert, während in einer nachgeschalteten, unterlagerten zweiten Stufe 3 ein inverses Fahrzeulgängsdynamik-Kennfeld implementiert ist. Dem Regler 1 ist eine Sollwerteingabeeinheit 4 vorgeschaltet, die einen vom Fahrer oder von einem überlagerten Abstandsregelkreis vorgegebenen, zeitlich veränderlichen Längsbeschleunigungs-Sollwert  $a_{soll}$  an die Regeleinrichtung 1 weitergibt.

[0011] Beiden Reglerstufen 2, 3 werden von einer entsprechenden Sensorik 5 Informationen Z über den momentanen Fahrzustand, d.h. den Fahrzeugbetriebszustand, zugeführt. Zu diesen Informationen zählen wenigstens eine der Größen Ist-Fahrgeschwindigkeit  $v_{ist}$ , Motordrehzahl  $n_m$  und Getriebeübersetzung  $i_g$  eines im Fahrzeug vorhandenen Schalt- oder Automatikgetriebes sowie vorzugsweise zusätzlich die Größen

Ist-Längsbeschleunigung  $a_{ist}$ , Ist-Fahrbahnsteigung  $\alpha_s$  und Fahrzeuggmasse  $m$ .

[0012] Die den Regelalgorithmus enthaltende erste Reglerstufe 2 liefert aus den zugeführten Eingangsgrößen eine reglerinterne Soll-Fahrgeschwindigkeit  $v_{si}$  und eine reglerinterne Soll-Längsbeschleunigung  $a_{si}$ . Diese beiden reglerinternen Sollwerte werden der nachfolgenden Reglerstufe 3 zugeführt, die das inverse Fahrzeulgängsdynamik-Kennfeld enthält. Die zweite Reglerstufe 10 bestimmt daraus unter Berücksichtigung der ihr von der Sensorik 5 zugeführten Fahrzustandsinformationen Z zum einen ein Antriebsstrang-Stellsignal  $U_a$ , das einem Antriebsstrangstglied 6 zugeführt wird, und zum anderen ein Bremsanlagen-Stellsignal  $U_b$ , das 15 einem Bremsanlagenstglied 7 zugeführt wird.

[0013] Im Längsbeschleunigungsregler 1 kann in der ersten Reglerstufe 2 ein Regelalgorithmus implementiert sein, bei welchem die reglerinterne Soll-Längsbeschleunigung  $a_{si}$  der extern vorgegebenen Soll-Längsbeschleunigung  $a_{soll}$  entspricht, d.h.  $a_{si}=a_{soll}$ , und sich die reglerinterne Soll-Fahrgeschwindigkeit  $v_{si}$  als Summe der Ist-Längsgeschwindigkeit  $v_{ist}$  und dem Produkt aus der extern zugeführten Soll-Längsbeschleunigung  $a_{soll}$  mit einem entsprechend vorgebbaren Reglerparameter  $T_a$  ergibt, d.h.  $v_{si}=v_{ist}+T_a \cdot a_{soll}$ .

[0014] Eine besonders vorteilhafte Ausführung sieht einen Regelalgorithmus vor, bei dem zuerst die Längsbeschleunigungs-Regeldifferenz  $a_{diff}$  bestehend aus der Differenz zwischen der Soll-Längsbeschleunigung  $a_{soll}$  und der Ist-Längsbeschleunigung  $a_{ist}$ , und dann eine reglerinterne Soll-Längsbeschleunigung  $a_{si}$  aus der Summe von extern vorgegebener Soll-Längsbeschleunigung  $a_{soll}$  und dem Proportional-, Integral- und Differential-Anteil der Längsbeschleunigungs-Regeldifferenz  $a_{diff}$  gebildet werden. Unabhängig davon kann die reglerinterne Soll-Fahrgeschwindigkeit  $v_{si}$  auch durch Integration der extern vorgebbaren Soll-Längsbeschleunigung  $a_{soll}$  oder auch durch Integration der reglerinternen Soll-Längsbeschleunigung  $a_{si}$  gebildet werden, d.h. es gelten die Beziehungen:

$$a_{si}=a_{soll}+K_p \cdot a_{diff}+K_{ia} \cdot \Sigma(a_{diff})+K_a \cdot d(a_{diff})/dt,$$

$$v_{si}=K_{ia} \cdot \Sigma(a_{soll}) \text{ oder } v_{si}=K_{ia} \cdot \Sigma(a_{si}),$$

wobei  $K_p$ ,  $K_{ia}$ ,  $K_d$  und  $K_a$  passend einzustellende Reglerparameter bezeichnen.

[0015] Des weiteren ist es vorteilhaft, die reglerinterne Soll-Fahrgeschwindigkeit  $v_{si}$  in Abhängigkeit von der aktuellen Ist-Längsgeschwindigkeit  $v_{ist}$  zu begrenzen. Hier kann ein Toleranzband-Parameter dv vorgegeben werden, mit dem die integrierte, reglerinterne Soll-Fahrgeschwindigkeit  $v_{si}$  innerhalb des entsprechenden Toleranzbandes dv um den Wert der aktuellen Ist-Längsgeschwindigkeit  $v_{ist}$  gehalten werden kann, d.h. daß die Soll-Fahrgeschwindigkeit  $v_{si}$  auf den Maximalwert  $v_{ist}+dv$  gesetzt wird, wenn sie ansonsten dar-

überliegen würde, und auf den Minimalwert  $v_{ist}-dv$  gesetzt wird, wenn sie ansonsten darunterliegen würde. Dies vermeidet die Einstellung unerwünscht starker Beschleunigungen durch die Regelung.

[0016] Dem in der zweiten Reglerstufe 3 innerhalb einer entsprechenden Kennfeldeinheit implementierten inversen Fahrzeuglängsdynamik-Kennfeld  $F^{-1}$  liegt ein mehrdimensionales Fahrzeuglängsdynamik-Kennfeld  $F$  einer entsprechenden Kennfeldeinheit 8 zugrunde, die blockdiagrammatisch in Fig. 2 mit ihren wesentlichen Eingangs- und Ausgangsgrößen dargestellt ist. Wie aus Fig. 2 erkennbar, dienen als Eingangsgrößen dieser Kennfeldeinheit 8 das Antriebsstrang-Stellsignal  $U_a$  sowie die den aktuellen Fahrzustands-Arbeitspunkt beschreibenden Größen Fahrgeschwindigkeit  $v_{ist}$ , Getriebeübersetzung  $i_g$ , Ist-Fahrbausteigung  $\alpha_s$  und Fahrzeugmasse  $m$ . Das nicht-invertierte Fahrzeuglängsdynamik-Kennfeld  $F$  liefert daraus als Ausgangsgröße die zu diesem Arbeitspunkt gehörende Ist-Längsbeschleunigung  $a_{ist}$ , d.h. es gilt  $a_{ist}=F(U_a, v_{ist}, \alpha_s, i_g, m)$ . Daraus läßt sich das Antriebsstrang-Stellsignal  $U_a$  durch Invertierung gewinnen, d.h. aus dem inversen Fahrzeuglängsdynamik-Kennfeld  $F^{-1}$  in der Form  $U_a=F^{-1}(a_{ist}, v_{ist}, \alpha_s, i_g, m)$ .

[0017] In Fig. 3 ist die zweite Reglerstufe 3 näher dargestellt. Wie daraus erkennbar, enthält die zweite Reglerstufe 3 eingangsseitig eine Kennfeldeinheit 9 zur Bestimmung eines Soll-Antriebsstrangstellsignals  $U_{as}$ , eine dieser nachgeschaltete Einheit 10 zur Zug-/Schubbetriebsermittlung, die ein modifiziertes Soll-Antriebsstrangstellsignal  $U_{asm}$  und ein binäres Bremsanlagen-Steuersignal  $S_b$  generiert, und dieser nachgeschaltet parallel zueinander eine Antriebsstrang-Steuereinheit 11 und eine Bremsanlagen-Steuereinheit 12. Die Antriebsstrang-Steuereinheit 11 bestimmt das Antriebsstrang-Stellsignal  $U_a$  in Abhängigkeit des zugeführten, modifizierten Soll-Antriebsstrangstellsignals  $U_{asm}$ , während die Bremsanlagen-Steuereinheit 12 in Abhängigkeit des binären Bremsanlagen-Steuersignals  $S_b$  sowie der Ist-Längsbeschleunigung  $a_{ist}$  und der von extern vorgegebenen Soll-Längsbeschleunigung  $a_{soll}$  das Bremsanlagen-Stellsignal  $U_b$  erzeugt.

[0018] Die eingangsseitige Kennfeldeinheit 9 der zweiten Reglerstufe 3 ermittelt in Abhängigkeit der ihr von der Sensorik 5 direkt oder über die vorgeschaltete, erste Reglerstufe 2 zugeführten Eingangssignale bzgl. Getriebeübersetzung  $i_g$ , Ist-Fahrbausteigung  $\alpha_s$  und Fahrzeugmasse  $m$  ein zur reglerinternen Soll-Fahrgeschwindigkeit  $v_{si}$  und zur reglerinternen Soll-Längsbeschleunigung  $a_{si}$  gehöriges Soll-Antriebsstrangstellsignal  $U_{as}$  durch Auswertung des in ihr implementierten, inversen Fahrzeuglängsdynamik-Kennfeldes  $F^1$ .

[0019] Zur Erzeugung eines geeigneten Kennfeldes kann wie folgt vorgegangen werden. Zunächst werden in unterschiedlichen Meßfahrten mit Hilfe der entsprechenden Sensorik 5 die den Fahrzeugbetriebszustand beschreibenden Informationen Z, d.h. wenigstens zwei der Größen Ist-Fahrgeschwindigkeit  $v_{ist}$ , Motordrehzahl

$n_m$ , Getriebeübersetzung  $i_g$ , Ist-Längsbeschleunigung  $a_{ist}$ , Ist-Fahrbausteigung  $\alpha_s$  und Fahrzeugmasse  $m$ , sowie das Antriebsstrang-Stellsignal  $U_a$  meßtechnisch erfaßt und in Meßdateien abgespeichert. Es liegt dann zu jedem Meßzeitpunkt ein entsprechender Datensatz vor, welcher als Stützstelle zur Kennfelderzeugung verwendet werden kann.

[0020] Besonders vorteilhaft ist es, zur Erzeugung des Kennfeldes  $a_{ist}=F(U_a, v_{ist}, \alpha_s, i_g, m)$  bzw. des inversen Kennfeldes  $U_a=F^{-1}(a_{ist}, v_{ist}, \alpha_s, i_g, m)$  eine Vorgehensweise zu verwenden, wie sie in dem Zeitschriftenartikel "Methoden der nichtlinearen Modellierung - vom Interpolationspolynom zum neuronalen Netz", Automatisierungstechnik 42, 1994 angegeben ist. Als alternative Vorgehensweise zur Erzeugung eines geeigneten Kennfeldes können herkömmliche neuronale Trainingsverfahren oder Fuzzy-Methoden eingesetzt werden. Das Kennfeld liegt dann als neuronales Netz oder als Fuzzy-Kennfeld vor. Das mehrdimensionale Kennfeld kann auch aus mehreren anderen Kennfeldern mit einer um eins verringerten Ordnung zusammengesetzt werden. Dies ist besonders bei Signalen vorteilhaft, die nur wenige diskrete Zustände einnehmen können. Beispielsweise kann für jeden Wert der Getriebeübersetzung  $i_g$  ein separates Teil-Kennfeld des gesamten Kennfeldes erstellt werden.

[0021] Das anhand des inversen Fahrzeuglängsdynamik-Kennfeldes  $F^{-1}$  ermittelte Soll-Antriebsstrangstellsignal  $U_{as}$  wird dann der nachgeschalteten Einheit 10 zugeführt, die verhindert, daß durch die Regelung gleichzeitig Gas gegeben und gebremst wird. Hierzu geht sie nach einem Verfahrensablauf vor, der in Fig. 4 näher dargestellt ist.

[0022] In einem ersten Abfrageschritt 13 prüft sie anhand des Wertes des binären Steuersignals  $S_b$ , ob kein Bremsvorgang aktiv ist, d.h. ob dieses binäre Steuersignal  $S_b$  den Wert null hat. Ist dies der Fall, prüft sie in einem anschließenden Abfrageschritt 14, ob das von der Kennfeldeinheit 9 bestimmte Soll-Antriebsstrangstellsignal  $U_{as}$  kleiner als ein von der Antriebsstrang-Steuereinheit 11 wirksam realisierbares, minimales Stellsignal  $U_{amin}$  ist. Ist dies der Fall, was bedeutet, daß das wirksame Schubmoment des Motors nicht zur gewünschten Fahrzeugverzögerung ausreicht, so wird in einem nächsten Schritt 16 das binäre Bremsanlagen-Steuersignal  $S_b$  auf den Wert eins gesetzt, wodurch der Bremsanlagen-Steuereinheit 12 übermittelt wird, daß ein Bremsvorgang aktiviert werden soll. Gleichzeitig erhält das modifizierte Soll-Antriebsstrangstellsignal  $U_{asm}$  den minimalen, wirksam realisierbaren Wert  $U_{amin}$  des Antriebsstrang-Stellsignals.

[0023] Falls der Stellsignal-Abfrageschritt 14 verneinend entschieden wird, ist auch weiterhin keine Bremsung erforderlich, so daß das binäre Bremsanlagen-Steuersignal  $S_b$  auf dem Wert null verbleibt und als modifiziertes Soll-Antriebsstrangstellsignal  $U_{asm}$  das Soll-Antriebsstrangstellsignal  $U_{as}$  unverändert weitergeleitet wird (Schritt 17). In diesem Fall reicht für eine

eventuelle Bremsung die Motorbremsleistung aus.

[0024] Falls der Steuersignal-Abfrageschritt 13 verneinend entschieden wird, was bedeutet, daß ein Bremsvorgang aktiv ist, d.h. die Bremsanlage aktiviert ist, so wird in einem anschließenden Abfrageschritt 15 geprüft, ob das von der Bremsanlagen-Steuereinheit 12 ermittelte Bremsanlagen-Stellsignal  $U_b$  kleiner als ein von ihr wirksam realisierbares, minimales Stellsignal  $U_{bmin}$  ist. Zu diesem Zweck ist, wie in Fig. 3 dargestellt, das Bremsanlagen-Stellsignal  $U_b$  zur Einheit 10 rückgeführt. Ist dies der Fall, was bedeutet, daß keine Bremswirkung mehr von der Bremsanlage benötigt wird, so wird in einem anschließenden Schritt 18 das Bremsanlagen-Steuersignal  $S_b$  auf den Wert null gesetzt und damit der Bremsanlagen-Steuereinheit 12 übermittelt, daß der Bremsvorgang beendet werden soll. Gleichzeitig wird als modifiziertes Soll-Antriebsstrangstellsignal  $U_{asm}$  das Soll-Antriebsstrangstellsignal  $U_{as}$  unverändert weitergeleitet. Für eine eventuelle Bremswirkung reicht in diesem Fall wiederum die Motorbremswirkung aus.

[0025] Falls der Bremsanlagen-Stellsignalabfrageschritt 15 verneinend entschieden wird, was bedeutet, daß die von der Bremsanlagen-Steuereinheit 12 als gewünscht ermittelte Bremswirkung größer als die minimal von der Bremsanlage realisierbare Bremswirkung ist, so bleibt das binäre Bremsanlagen-Steuersignal  $S_b$  auf dem Wert eins, d.h. die Bremsanlage bleibt weiterhin aktiv, und das modifizierte Soll-Antriebsstrangstellsignal  $U_{asm}$  wird auf den Wert des minimalen Antriebsstrang-Stellsignals  $U_{amin}$  gesetzt, d.h. die Motorbremse wird mit maximaler Wirkung eingesetzt.

[0026] Wie aus der obigen Erläuterung erkennbar, gewährleistet der in der Einheit 10 zur Zug-/Schubbetriebsermittlung implementierte Algorithmus, daß von der Regelung nicht gleichzeitig Gas gegeben und gebremst wird und daß zum Bremsen des Fahrzeugs stets die Motorbremswirkung bestmöglich ausgenutzt und die Bremsanlage erst aktiviert wird, wenn die Motorbremswirkung nicht mehr ausreicht.

[0027] Insgesamt zeigt die vorstehende Beschreibung eines erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels und möglicher Modifikationen hiervon, daß durch die Erfahrung ein Verfahren und eine Einrichtung zur Fahrzeuglängsdynamikregelung bereitgestellt werden, die das besonders im niedrigen Fahrgeschwindigkeitsbereich relevante, nichtlineare dynamische Verhalten des Kraftfahrzeugs bereits innerhalb der Längsdynamikregelung berücksichtigen und damit günstige Regelungseigenschaften gerade auch im niedrigen Fahrgeschwindigkeitsbereich bieten und die hierzu mit relativ wenig Rechenaufwand auskommen, indem sie ein vorab erstelltes inverses Fahrzeuglängsdynamik-Kennfeld verwenden.

#### Patentansprüche

##### 1. Verfahren zur Regelung der Längsdynamik eines

Kraftfahrzeugs, bei dem

- ein Antriebsstrang-Stellsignal ( $U_a$ ) aus Ist-Fahrzustandsdaten ( $v_{ist}, a_{ist}, m, \alpha_s, i_g$ ) sowie aus reglerinternen, anhand von zugeführten Eingangsdaten über die Soll-Längsbeschleunigung ( $a_{sol}$ ) und über den Ist-Fahrzustand ermittelten Soll-Längsgeschwindigkeitswerten ( $v_{si}$ ) und Soll-Längsbeschleunigungswerten ( $a_{si}$ ) abgeleitet wird,  
**dadurch gekennzeichnet, daß**
- in Abhängigkeit von den reglerinternen Soll-Längsgeschwindigkeitswerten ( $v_{si}$ ) und Soll-Längsbeschleunigungswerten ( $a_{si}$ ) sowie von Ist-Fahrzustandsdaten ( $m, \alpha_s, i_g$ ) anhand eines inversen Fahrzeuglängsdynamik-Kennfeldes (9) ein Soll-Antriebsstrangstellsignal ( $U_{as}$ ) und daraus das Antriebsstrang-Stellsignal ( $U_a$ ) bestimmt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, weiter  
**dadurch gekennzeichnet, daß**  
die zur kennfeldbasierten Bestimmung des Soll-Antriebsstrangstellsignals ( $U_{as}$ ) herangezogenen Ist-Fahrzustandsdaten Daten über die Getriebeübersetzung ( $i_g$ ), die Fahrzeuggmasse ( $m$ ) und/oder die Fahrbahnsteigung ( $\alpha_s$ ) umfassen.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, weiter  
**dadurch gekennzeichnet, daß**  
die reglerinterne Soll-Längsbeschleunigung ( $v_{si}$ ) in Abhängigkeit von der Soll-Längsbeschleunigung ( $a_{si}$ ) und der Ist-Längsgeschwindigkeit ( $v_{ist}$ ) bestimmt und auf ein vorgebares Toleranzband ( $dv$ ) um die Ist-Längsgeschwindigkeit begrenzt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, weiter  
**dadurch gekennzeichnet, daß**  
aus dem Soll-Antriebsstrangstellsignal ( $U_{as}$ ) zusätzlich zum Antriebsstrang-Stellsignal ( $U_a$ ) ein Bremsanlagen-Stellsignal ( $U_b$ ) bestimmt wird, wobei aus dem Soll-Antriebsstrangstellsignal ( $U_{as}$ ) und dem momentanen Bremsanlagen-Stellsignal ( $U_b$ ) ein binäres, der Aktivierung oder Deaktivierung der Bremsanlage entsprechendes Bremsanlagen-Steuersignal ( $S_b$ ) derart bestimmt wird, daß die Bremsanlage nur aktiviert wird, wenn eine Fahrzeugverzögerung erforderlich ist, die nicht allein durch Motorbremswirkung erzielbar ist.

5. Einrichtung zur Regelung der Längsdynamik eines Kraftfahrzeugs, mit  

- einer Längsdynamikregeleinrichtung (1), der eingangsseitig Daten über die Soll-Längsbeschleunigung ( $a_{sol}$ ) und den Ist-Fahrzustand zugeführt werden und die ausgangsseitig ein



Antriebsstrang-Stellsignal ( $U_a$ ) abgibt,  
dadurch gekennzeichnet, daß

- die Längsdynamikregeleinrichtung (1) eine erste Stufe (2) zur Bestimmung reglerinterner Werte für die Soll-Längsbeschleunigung ( $a_{si}$ ) und Soll-Längsgeschwindigkeit ( $v_{si}$ ) und eine dieser nachgeschaltete, zweite Stufe (3) umfaßt, die eine inverse Fahrzeuglängsdynamik-Kennfeldeinheit (9), welche aus den zugeführten reglerinternen Soll-Längsgeschwindigkeitswerten ( $v_{si}$ ) und Soll-Längsbeschleunigkeitswerten ( $a_{si}$ ) und zugeführten Ist-Fahrzustandsdaten ( $m, \alpha_s, i_g$ ) anhand eines inversen Fahrzeuglängsdynamik-Kennfeldes ein Soll-Antriebsstrangstellsignal ( $U_{as}$ ) ermittelt, sowie nachgeschaltete Einheiten (10, 11, 12) umfaßt, die aus dem Soll-Antriebsstrangstellsignal ( $U_{as}$ ) das Antriebsstrang-Stellsignal ( $U_a$ ) ableiten.

20

6. Einrichtung nach Anspruch 5, weiter  
dadurch gekennzeichnet, daß

der inversen Fahrzeuglängsdynamik-Kennfeldeinheit (9) eine Einheit (10) zur Zug-/Schubbetriebsermittlung nachgeschaltet ist, die aus dem zugeführten Soll-Antriebsstrangstellsignal ( $U_{as}$ ) und einem rückgeführten Bremsanlagen-Stellsignal ( $U_b$ ) ein modifiziertes Soll-Antriebsstrangstellsignal ( $U_{asm}$ ) und ein binäres Bremsanlagen-Steuersignal ( $S_b$ ) in Abhängigkeit von einem Vergleich zwischen dem Soll-Antriebsstrangstellsignal ( $U_{as}$ ) und einem minimalen Antriebsstrang-Stellsignal ( $U_{amin}$ ), von einem Vergleich zwischen dem Bremsanlagen-Stellsignal und einem minimalen Bremsanlagen-Stellsignal ( $U_{bmin}$ ) sowie vom bisherigen Wert des binären Bremsanlagen-Steuersignals bestimmt.

25

30

35

40

45

50

55

6

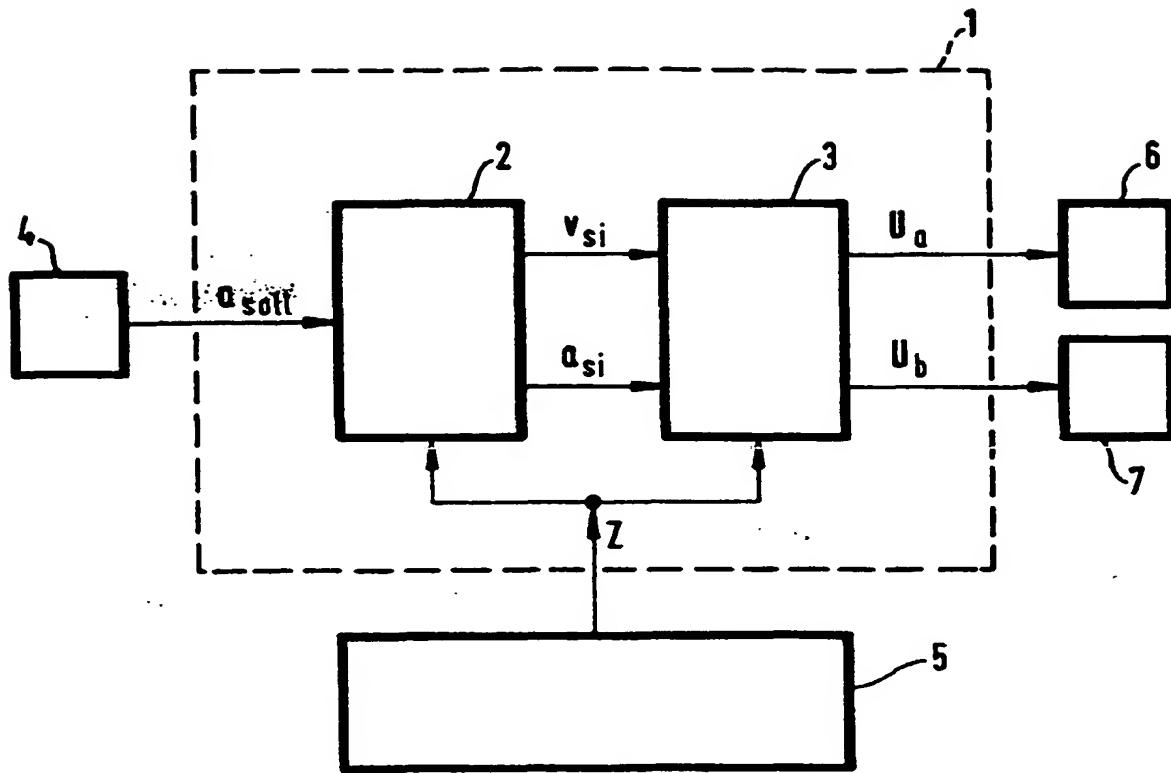


Fig. 1

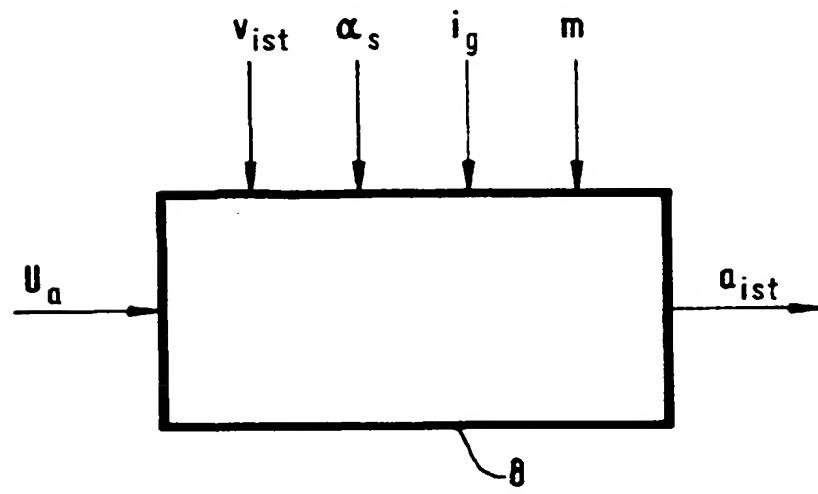


Fig. 2

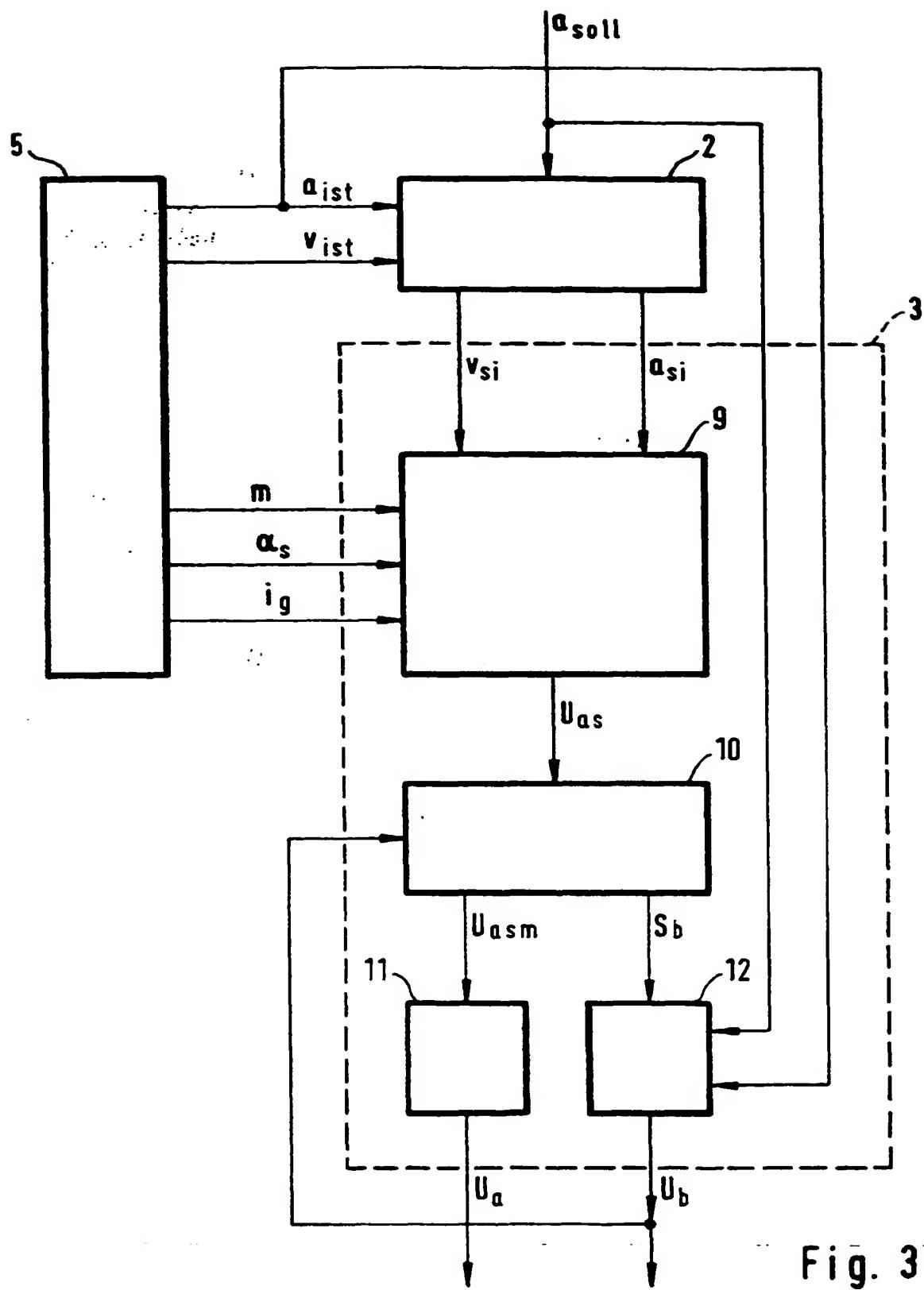


Fig. 3

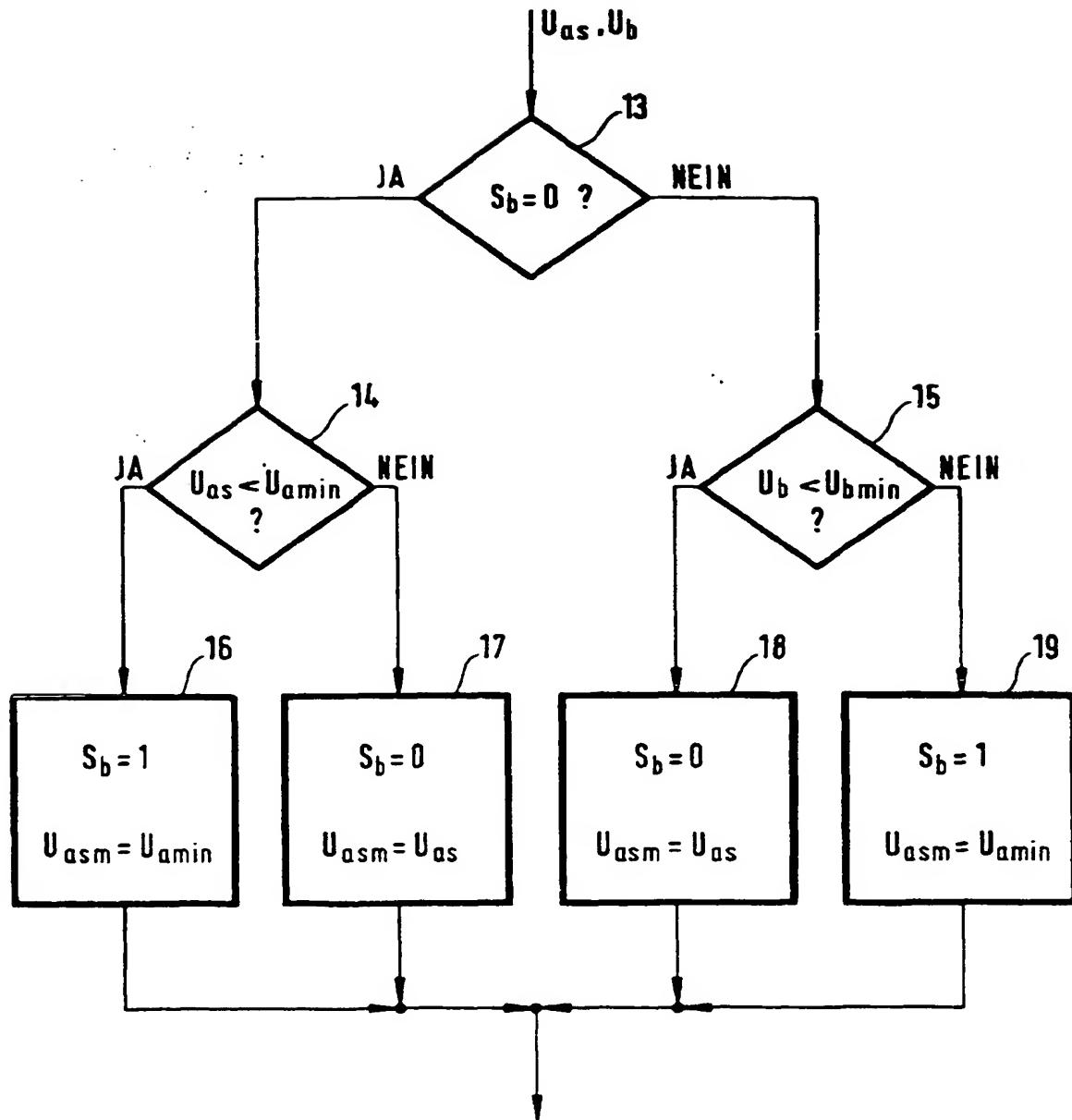


Fig. 4



Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 99 11 7741

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE					
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betritt Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)		
X	EP 0 813 987 A (VOLKSWAGEN) 29. Dezember 1997 (1997-12-29)	1,5	B60K31/04 B60K41/20		
A	* Spalte 6, Zeile 13 - Zeile 21; Ansprüche 1,5 *	4			
	---				
D,A	DE 196 32 337 A (DAIMLER-BENZ) 12. Februar 1998 (1998-02-12)	1-6			
	* das ganze Dokument *				
	---				
A	US 4 870 584 A (ETOH ET AL.) 26. September 1989 (1989-09-26)	1,2,5			
	* Spalte 6, Zeile 61 - Spalte 7, Zeile 63; Abbildungen 1,2B,4 *				
	---				
A	DE 43 06 086 A (HITACHI) 23. September 1993 (1993-09-23)	1,5			
	* Spalte 7, Zeile 65 - Spalte 8, Zeile 3 *				
	* Spalte 12, Zeile 7 - Zeile 30; Abbildungen 1,10 *				
	---				
D,A	DE 43 38 399 A (BOSCH) 11. Mai 1995 (1995-05-11)		RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int.Cl.7)		
	---		B60K		
D,A	PREUSS: "METHODEN DER NICHTLINEAREN MODELLIERUNG - VOM INTERPOLATIONSPOLYNOM ZUM NEURONALEN NETZ" AUTOMATISIERUNGSTECHNIK - AT, Bd. 42, Nr. 10, Oktober 1994 (1994-10), Seite 449-457 XP000480006 München, DE ISSN: 0178-2312 -----				
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt					
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer			
BERLIN	12. Januar 2000	Krieger, P			
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE					
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur					
T : der Erfindung zugrunde liegenden Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument					

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 99 11 7741

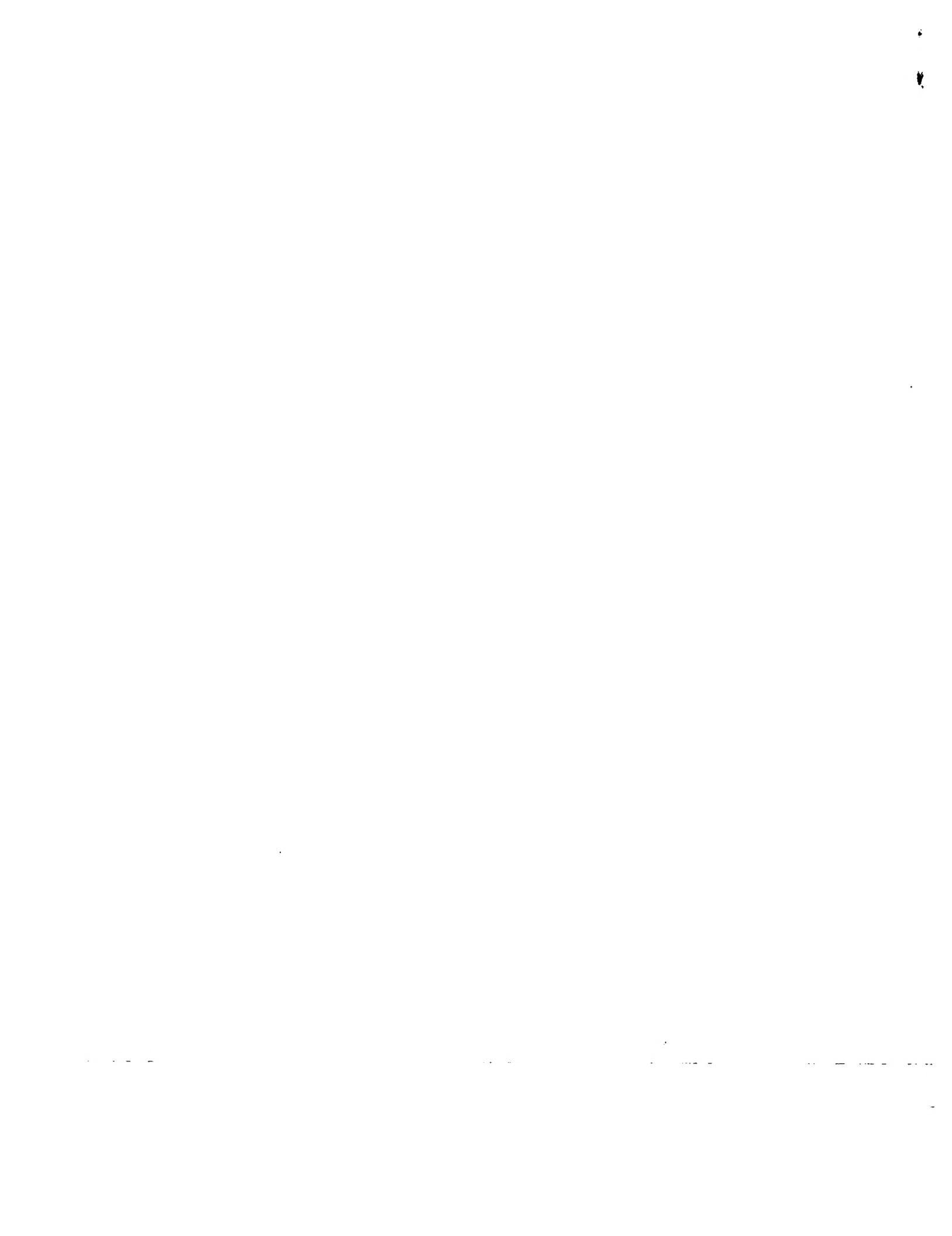
In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

12-01-2000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 813987	A	29-12-1997	DE	19624615 A	02-01-1998
			US	5969640 A	19-10-1999
DE 19632337	A	12-02-1998	FR	2752204 A	13-02-1998
			GB	2316191 A,B	18-02-1998
			JP	10114239 A	06-05-1998
US 4870584	A	26-09-1989	JP	1978853 C	17-10-1995
			JP	7012794 B	15-02-1995
			JP	62292533 A	19-12-1987
			JP	1995551 C	08-12-1995
			JP	7014704 B	22-02-1995
			JP	63020241 A	27-01-1988
			JP	1995552 C	08-12-1995
			JP	7014705 B	22-02-1995
			JP	63022735 A	30-01-1988
DE 4306086	A	23-09-1993	JP	5240073 A	17-09-1993
			US	5508923 A	16-04-1996
DE 4338399	A	11-05-1995	WO	9513203 A	18-05-1995
			HU	74350 A	30-12-1996
			JP	9505250 T	27-05-1997
			US	5794735 A	18-08-1998

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82



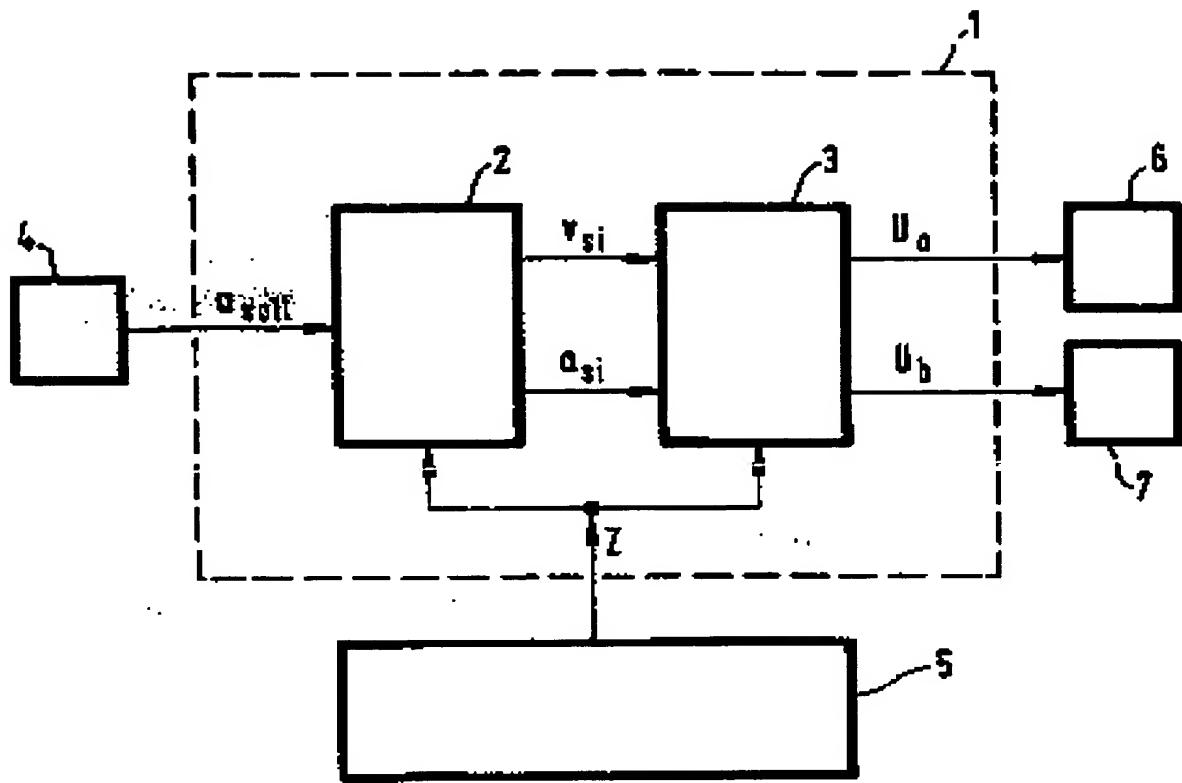


Fig. 1

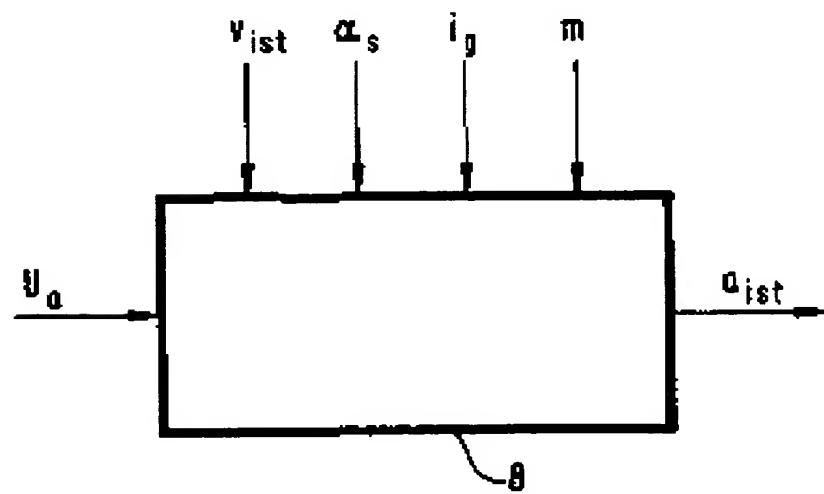


Fig. 2

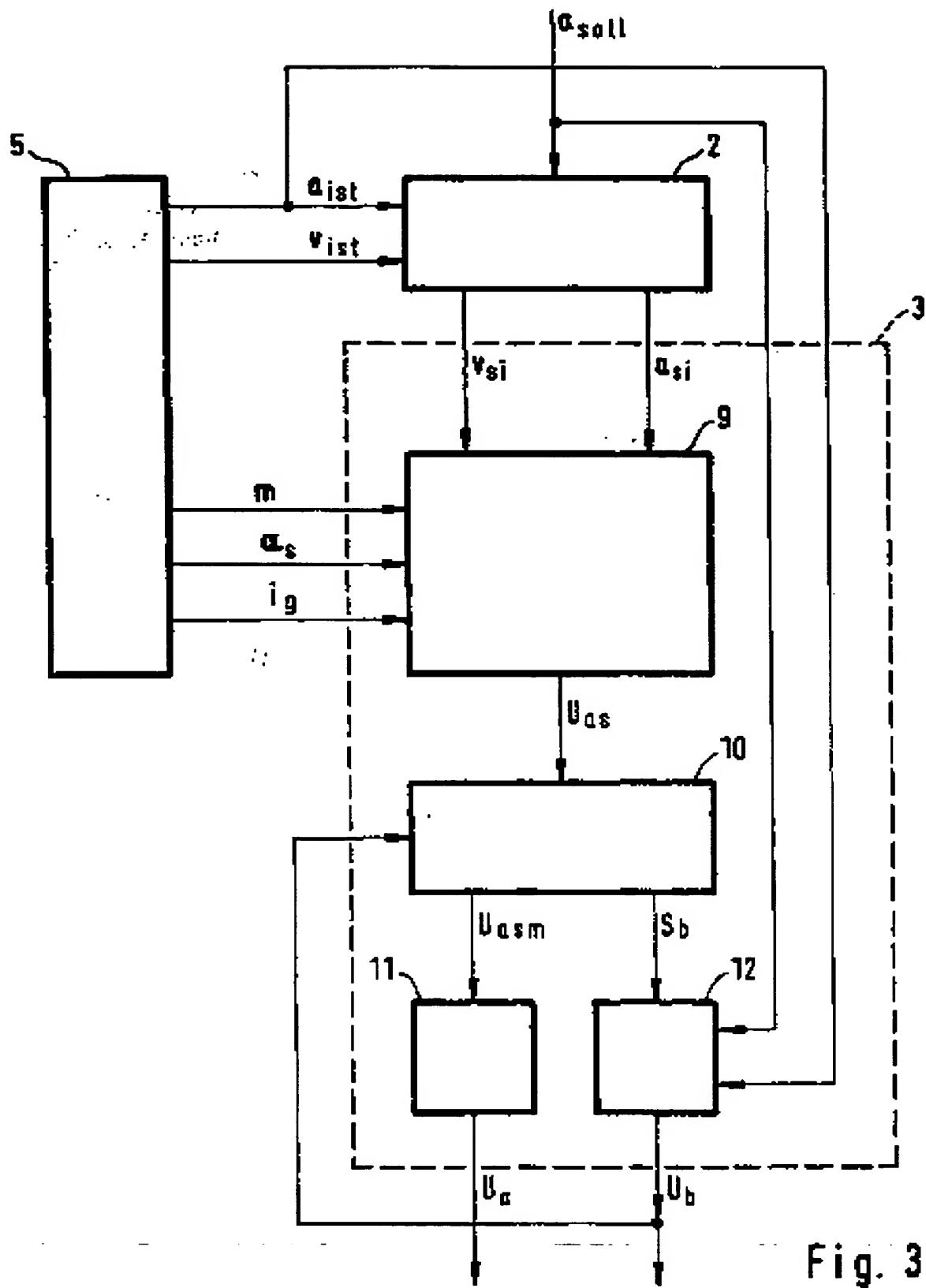


Fig. 3

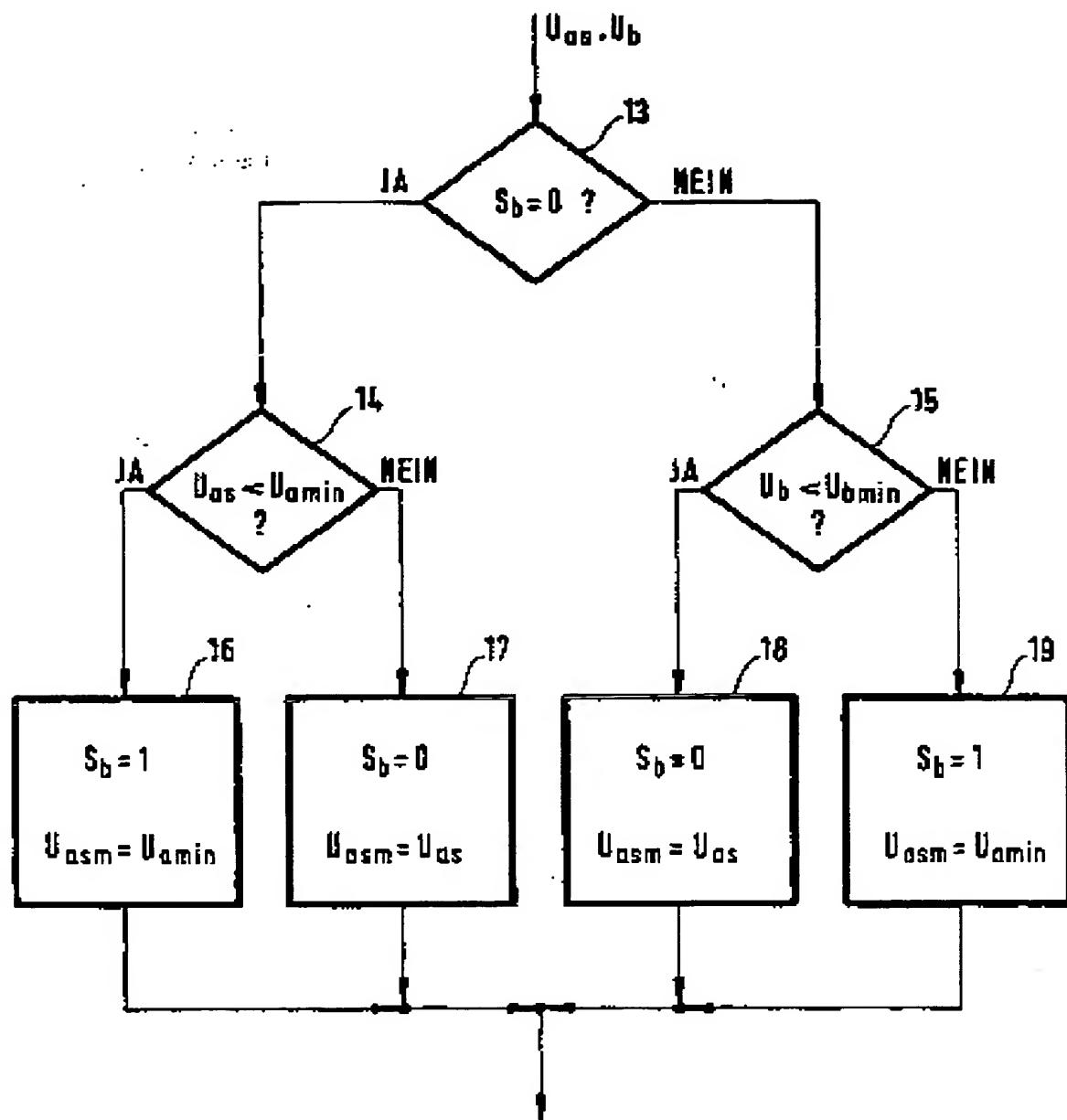


Fig. 4

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**